

J. Hort. Indonesia, Agustus 2020, 11 (2): 101-109

DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jhi.11.2.101-109>

Tersedia online di <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jhi>

p-ISSN 2087-4855 e-ISSN 2614-2872

Terakreditasi No: 2/E/KPT/2015

## Pengaruh Teknik Perlakuan Pascapanen terhadap Karakteristik Buah Mangga cv. Gedong

### *Effect of Postharvest Treatment Techniques on Characteristic of Mango cv. Gedong*

Ira Mulyawanti<sup>1\*</sup>, Nurdi Setyawan<sup>1</sup>, dan Dondy A. Setyabudi<sup>1</sup>

Diterima 10 Maret 2020/Disetujui 10 Juni 2020

#### ABSTRACT

*Disease attack due to fungi or insects is one of the problems in storing mangoes. Techniques to suppress the development of existing postharvest diseases include hot water treatment (HWT), waxing, or the use of chemicals such as fungicides and insecticides. The treatment can suppress the development of postharvest mango, but on the other hand, the use of high temperatures and chemicals affect the physiological activity and sensory of the fruit after storage. The study aimed to evaluate the effect of preliminary treatment before storage on the quality of mangoes. Mangoes were treated with HWT, waxing and dipping in galangal extract, then packaged and stored at cold temperatures (9 °C) for 28 days in a refrigerated container length 609.6 cm. Characteristics of mangoes observed include texture, color, total soluble solids, vitamin C, maturation and demonstration time, and the type of damage in each treatment. The results showed that the immersion treatment in galangal extract gave the best result in increasing the shelf life of mango cv. Gedong and maintaining the physiological quality of the fruit.*

*Keywords: cold storage, hot water treatment, mangoes quality, waxing*

#### ABSTRAK

Serangan penyakit yang disebabkan oleh cendawan ataupun serangga menjadi salah satu permasalahan dalam penyimpanan buah mangga. Teknik untuk menekan perkembangan penyakit pascapanen yang sudah ada diantaranya dengan perendaman buah dalam air panas, pelilinan, atau penggunaan bahan kimia seperti fungisida dan insektisida. Perlakuan tersebut dapat menekan perkembangan penyakit pascapanen buah mangga, namun disisi lain penggunaan suhu tinggi dan bahan kimia mempengaruhi aktivitas fisiologi dan juga sensori buah setelah disimpan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan pendahuluan yang digunakan pada penyimpanan buah mangga terhadap karakteristik buah mangga setelah disimpan. Perlakuan yang diuji meliputi perendaman air panas, pelilinan, dan pencelupan dalam ekstrak lengkuas. Buah mangga kemudian dikemas, dan disimpan pada suhu dingin (9 °C) selama 28 hari di dalam kontainer berpendingin panjang 609.6 cm. Karakteristik buah mangga yang diamati meliputi tekstur, warna, kandungan padatan terlarut total, vitamin C, waktu pematangan dan peragaan, serta jenis kerusakan yang terjadi pada setiap perlakuan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan pencelupan ekstrak lengkuas menunjukkan hasil terbaik dalam meningkatkan umur simpan buah mangga cv. Gedong dan menjaga kualitas fisiologi buah.

Kata kunci: penyimpanan dingin, perlakuan perendaman air panas, kualitas manga, pelilinan

<sup>1</sup>Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian  
Jl. Tentara Pelajar No. 12, Cimanggu, Bogor, Indonesia  
E-mail : [iramulyawanti@yahoo.com](mailto:iramulyawanti@yahoo.com) (\*penulis korespondensi)

## PENDAHULUAN

Mangga cv. Gedong merupakan salah satu buah lokal Indonesia yang memiliki prospek pasar yang baik dengan cita rasa yang khas baik rasa, aroma, ataupun tampilannya. Permasalahan utama pada buah mangga adalah memiliki umur simpan yang pendek karena mudah terserang penyakit dan cepat matang pada kondisi penyimpanan suhu ruang, sehingga menurunkan kualitasnya. Serangan antraknosa dan busuk pangkal batang (*stem end rot*) juga berkembang cepat setelah buah dipanen. Kehilangan produksi mangga akibat serangan penyakit tersebut bisa mencapai 20-30% (Uddin *et al.*, 2018).

Perlakuan pendahuluan sebelum penyimpanan dapat diaplikasikan pada buah mangga untuk menekan kerusakan akibat serangan mikroorganisme dan menekan proses fisiologi selama penyimpanan. Beberapa perlakuan tersebut diantaranya perendaman dalam air panas dan penggunaan bahan kimia atau bahan alami yang memiliki aktivitas antioksidan.

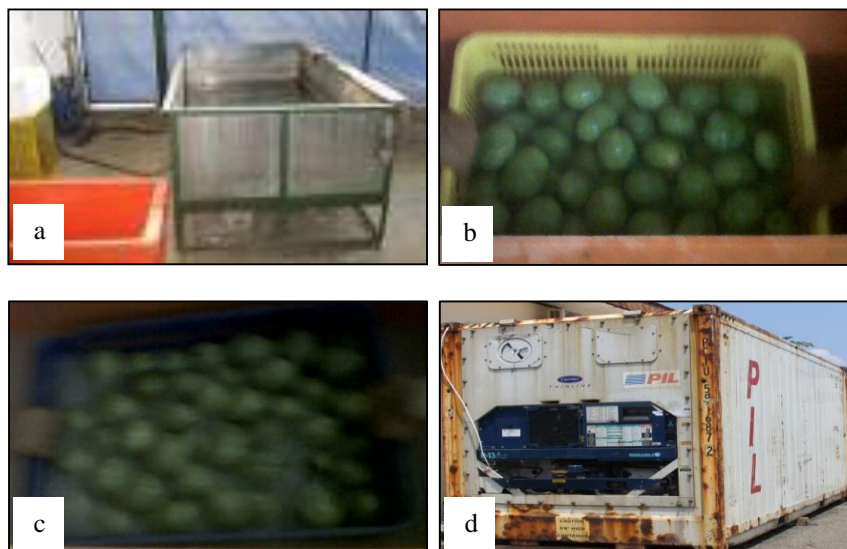
Ilmi *et al.* (2015), melaporkan bahwa perendaman air panas suhu  $53 \pm 1$  °C dan dilanjutkan dengan penyimpanan suhu  $16.1 \pm 1$  °C mampu menekan pertumbuhan antraknosa pada buah mangga. Sementara itu, penggunaan bahan kimia seperti benomyl, prochloraz, imazalil, NaOCl juga mampu menekan

pertumbuhan antraknosa pada mangga (Uddin *et al.*, 2018).

Perlakuan pendahuluan sebelum penyimpanan dengan berbagai bahan dan teknik terhadap karakteristik buah mangga perlu dipelajari. Informasi yang diperoleh dapat dijadikan rujukan dalam menentukan perlakuan pendahuluan sebelum penyimpanan untuk memperpanjang umur simpan buah mangga cv. Gedong sebagai upaya untuk memperluas jangkauan pemasaran.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah buah mangga cv. Gedong dengan umur ketuaan 80-85% (*green mature*) atau umur 93-107 hari setelah muncul bunga yang diperoleh dari petani di Majalengka, Kabupaten Bandung. Kematangan ini dipilih berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan (1994) yaitu (a) adanya lapisan lilin pada kulit buah, (b) terdapat bintik-bintik coklat (lentisel pecah) pada dua-per-tiga atau lebih dari panjang buah, (c) bentuk buah sudah padat penuh terutama bagian ujung, (d) bila buah diketuk memberi nada tinggi, (e) bila buah dimasukkan air, buah tenggelam, (f) warna buah hijau kekuning-kuningan, dan (g) kulit buah tertutup lapisan lilin dan tangkai buah berwarna kuning.



Gambar 1. *Water Bath* untuk perendaman mangga dalam air panas (a); pencelupan mangga dalam ekstrak lengkuas (b); perendaman mangga dalam emulsi lilin (c); dan kontainer berpendingin (d)

Kontainer berpendingin yang digunakan memiliki kapasitas 20 ft yang diperoleh dari PT Maersk Indonesia. Jumlah buah mangga yang disimpan di dalam kontainer berpendingin sebanyak 7 ton yang dibagi ke dalam 4 perlakuan pendahuluan yaitu kontrol, perendaman air panas, pencelupan dalam ekstrak lengkuas sebagai anti mikroba alami, dan juga pelilinan menggunakan emulsi lilin (wax 6%, benomil 500 ppm, dan 0.125% pengkilat).

Buah mangga cv. Gedong dengan tingkat ketuaan 80% dipetik dengan menyisakan tangkainya sepanjang 1 cm untuk mencegah terjadinya kerusakan buah akibat getah. Buah kemudian disortasi untuk memisahkan kotoran dan buah yang rusak secara fisik ataupun mikrobiologi. Buah mangga hasil sortasi kemudian didiamkan dalam suhu ruang untuk menurunkan suhu lapang buah sebelum diberi perlakuan pendahuluan. Perlakuan pendahuluan yang dilakukan pada buah meliputi perendaman air panas, perendaman dalam ekstrak lengkuas sebagai anti mikroba alami, dan pelilinan menggunakan emulsi lilin (wax 6%, benomil 500 ppm, dan 0.125% pengkilat).

Perendaman air panas dilakukan dengan mencelupkan buah mangga ke dalam *water bath* pada suhu 53 °C selama 5 menit. Perlakuan perendaman dalam ekstrak lengkuas dan pelilinan masing-masing dilakukan dengan mencelupkan buah ke dalam ekstrak lengkuas 5% dan mencelupkan buah ke dalam emulsi lilin selama 30 detik. Buah yang sudah diberi perlakuan pendahuluan kemudian ditiriskan hingga bagian kulit buahnya kering. Buah mangga kemudian dibungkus dengan *foam net* dan disusun di dalam kemasan kardus berkorugasi dengan kapasitas berkapasitas 3 kg, kemudian disimpan pada suhu 15 °C untuk adaptasi awal sebelum buah disimpan ke dalam kontainer dengan suhu yang lebih rendah. Buah dalam kemasan kemudian diangkut menggunakan truk berpendingin (15 °C), dilanjutkan dengan penyimpanan ke dalam kontainer berpendingin (9-11 °C). Penyimpanan di dalam kontainer berpendingin dilakukan selama 28 hari dan diamati setiap 7 hari. Buah yang diambil dalam setiap kali waktu pengamatan kemudian diperagakan di ruangan pada suhu 21-22 °C. Pengamatan yang dilakukan meliputi analisis tekstur (penetrometer), warna (kromameter), Padatan

Terlarut Total (refraktometer), kandungan vitamin C (titrasi), waktu matang penuh pada saat peragaan, dan waktu peragaan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kelunakan

Hasil analisis menunjukkan terjadi perubahan tingkat kelunakan buah mangga selama penyimpanan. Waktu penyimpanan yang semakin lama menunjukkan tingkat kelunakan yang semakin meningkat, ditunjukkan dengan hasil pengukuran yang semakin besar atau semakin dalam tusukan jarum penetrometer (Gambar 2).

Pelunakan buah terjadi secara drastis pada mangga kontrol dan mangga yang direndam air panas pada hari ke-21 setelah penyimpanan. Mangga dengan perlakuan pelilinan dan ekstrak lengkuas menunjukkan tingkat kekerasan yang relatif stabil pada penyimpanan. Dibandingkan dengan mangga kontrol dan mangga yang direndam air panas, buah dengan pelilinan dan perendaman dalam ekstrak lengkuas memiliki tekstur yang lebih keras setelah penyimpanan.

Pelunakan buah yang lebih tinggi terjadi pada kontrol dan mangga yang direndam air panas pada hari ke-21. Hal tersebut menunjukkan bahwa aktivitas fisiologi terjadi lebih cepat pada perlakuan tersebut dibandingkan dengan mangga perlakuan perendaman dalam ekstrak lengkuas dan pelilinan. Komponen antioksidan pada kulit mangga dengan perlakuan ekstrak lengkuas kemungkinan dapat menghambat terjadinya proses fisiologi buah yang melibatkan oksigen. Hal serupa terjadi pada buah mangga dengan perlakuan pelilinan. Formula lilin yang melapisi bagian kulit buah menyebabkan proses fisiologi dapat ditekan.

Khaliq *et al.* (2016) melaporkan bahwa pelunakan tekstur terjadi lebih cepat pada buah mangga kontrol dibandingkan dengan yang diberi pelapisan. Efektivitas antioksidan dan juga pelapisan dengan lilin pada buah mangga juga dijelaskan oleh Klangmuang dan Sothornvit (2018), yaitu bahwa mangga yang dilapisi dengan lilin dapat mempertahankan tekstur lebih baik dibandingkan kontrol, namun pelilinan dengan penambahan minyak esensial yang kaya antioksidan memberikan

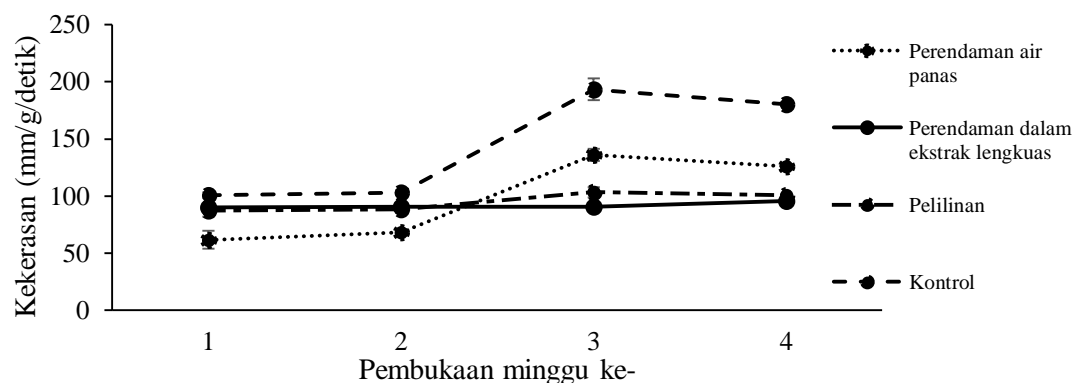
hasil yang paling baik dalam menekan pelunakan tekstur. Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa pelunakan tekstur buah terjadi karena kerusakan struktur, dekomposisi dan depolimerisasi protopektin yang tidak larut menjadi asam pektat dan pektin yang bersifat lebih larut air (Nisha dan Jain, 2012; Nambi *et al.*, 2015; Seid *et al.*, 2017).

### Warna

Pada buah mangga cv. Gedong, salah satu parameter kematangan buah dapat terlihat secara visual berdasarkan warna. Warna yang semakin kuning mengindikasikan buah sudah lebih matang untuk dikonsumsi. Perlakuan ekstrak lengkuas menunjukkan warna paling hijau dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yaitu ditunjukkan dengan nilai Hue pada kisaran 92.21-115.46 °H. Warna buah mangga secara visual juga tampak pada Gambar 3. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan ekstrak lengkuas dapat menghambat proses pematangan lebih lama dibandingkan dengan

perlakuan lainnya. Keberadaan komponen polifenol pada ekstrak lengkuas yang melapisi kulit buah mangga kemungkinan menghambat terjadinya proses degradasi klorofil dan juga proses pematangan buah. Hal serupa ditemui pada pelapisan buah pisang menggunakan nitrit oksida sebagai antioksidan. Pada penelitian tersebut dijelaskan bahwa pelapisan buah pisang dengan nitrit oksida menghambat degradasi klorofil kulit pisang dan juga menjaga kualitasnya setelah penyimpanan dingin (Wang *et al.*, 2015).

Perlakuan perendaman air panas menunjukkan warna yang lebih jingga dan secara statistik tidak berbeda nyata dengan mangga kontrol. Hal tersebut mengindikasikan bahwa proses pematangan lebih cepat terjadi pada buah mangga yang direndam dalam air panas dan kontrol. Hal ini juga dijelaskan Ntsoane *et al.* (2019), bahwa perlakuan panas pada buah mangga dapat meningkatkan laju respirasi, mempercepat proses pematangan dan sintesis etilen, pelunakan buah, serta kerusakan eksternal kulit.



Gambar 2. Kekerasan buah mangga setelah penyimpanan

Tabel 1. Warna buah mangga pada setiap waktu penyimpanan

Perlakuan	Hue (°H)			
	Pembukaan			
	P1	P2	P3	P4
Perendaman dalam air panas	86.52 a	86.15 a	86.22 a	84.07 a
Perendaman dalam ekstrak lengkuas	115.46 b	113.63 b	105.24 b	92.21 b
Pelilinan	106.77 b	103.90 b	92.32 ab	84.78 a
Kontrol	87.82 a	86.51 a	84.99 a	84.44 a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNJ taraf 5%. P1=pembukaan minggu ke-1; P2=pembukaan minggu ke-2; P3=pembukaan minggu ke-3; P4=pembukaan minggu ke-4

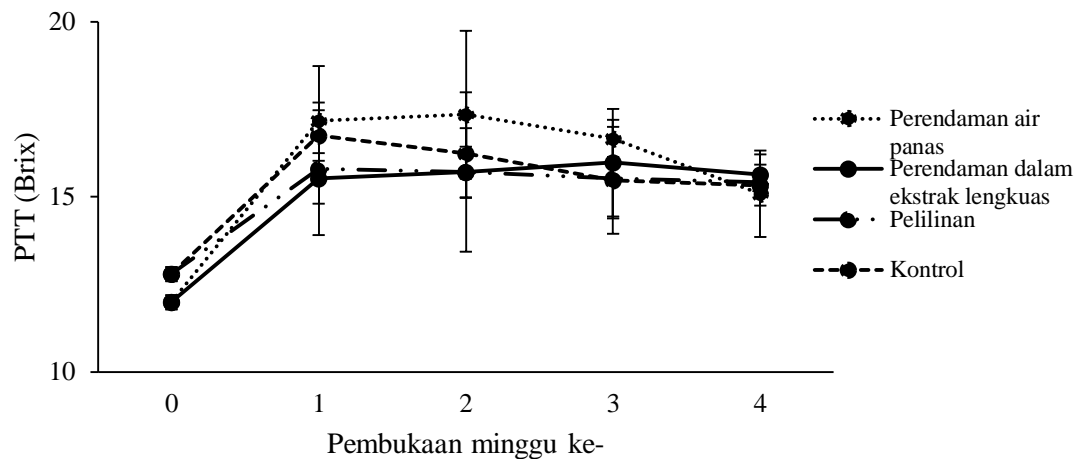


Gambar 3. Visual warna buah mangga setelah disimpan selama 28 hari: perendaman air panas (a); perendaman dalam ekstrak lengkuas (b); pelilinan (c); kontrol (d)

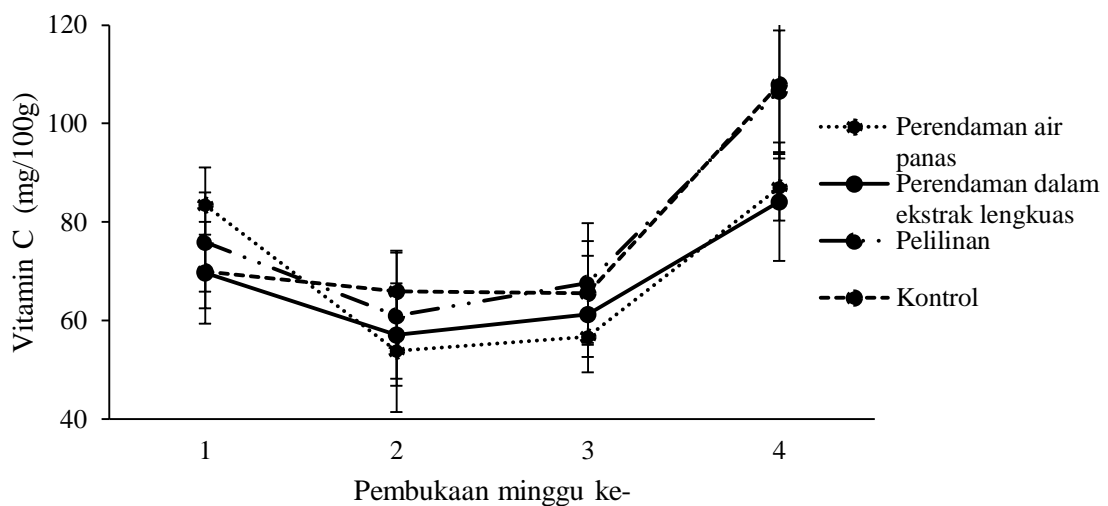
### Padatan Terlarut Total

Buah mangga pada semua perlakuan mengalami peningkatan padatan terlarut total (PTT) pada 7 hari penyimpanan dengan perlakuan perendaman air panas menunjukkan PTT tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada penyimpanan hari ke 14, perlakuan perendaman air panas mulai mengalami penurunan hingga akhir penyimpanan, sementara perlakuan kontrol telah mengalami penurunan PTT setelah 7 hari penyimpanan hingga akhir penyimpanan. Perlakuan ekstrak lengkuas dan pelilinan tampak dapat mempertahankan nilai PTT dari hari ke 7 hingga akhir penyimpanan. Hal ini dapat dikaitkan dengan terjadinya produksi gula pada penyimpanan buah mangga pada awal penyimpanan yang kemudian diikuti oleh perombakan gula buah selama penyimpanan dingin. Kandungan PTT yang relatif stabil pada buah dengan perlakuan ekstrak lengkuas dan pelilinan mengindikasikan bahwa proses fisiologi lebih dapat dikendalikan pada perlakuan tersebut, sehingga degradasi gula selama penyimpanan dapat ditekan. Hal serupa ditemui pada penelitian yang dilakukan

Amulya *et al.* (2016), yang menjelaskan bahwa terjadi peningkatan PTT buah mangga yang diberi pelapis pada awal penyimpanan dingin dan setelah itu terjadi penurunan PTT, dimana buah mangga yang diberi pelapis dan dikemas menunjukkan pola penurunan yang paling landai dibandingkan dengan kontrol. Dikaitkan dengan perubahan tekstur yang terjadi, ada hubungan antara PTT buah dengan tekstur buah pada setiap perlakuan, dimana tekstur buah semakin lunak dengan PTT buah yang semakin tinggi. Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa peningkatan dan penurunan PTT secara langsung berkorelasi dengan perubahan hidrolitik dalam pati dan konversi pati menjadi gula menjadi indeks penting proses pemasakan dalam mangga dan buah-buahan klimakterik lainnya yang dengan hidrolisis lebih lanjut berkurang selama penyimpanan (Seid *et al.*, 2017). Lebih tingginya kandungan PTT buah mangga dengan perlakuan perendaman dalam air panas menunjukkan bahwa adanya panas mempengaruhi proses fisiologi (respirasi) buah mangga selama penyimpanan, yaitu lebih cepatnya proses respirasi buah dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 4).



Gambar 4. Padatan Terlarut Total (Brix) buah mangga setelah penyimpanan



Gambar 5. Vitamin C buah mangga setelah penyimpanan

### Vitamin C

Vitamin C buah mangga berubah selama penyimpanan. Penyimpanan buah mangga selama 7 hari menyebabkan penurunan kandungan vitamin C untuk semua perlakuan. Penurunan kandungan vitamin C tertinggi pada 7 hari pertama dialami oleh buah mangga dengan perlakuan perendaman air panas. Buah dengan perlakuan perendaman air panas menunjukkan pematangan buah yang lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan ekstrak lengkuas menunjukkan kandungan vitamin C yang paling rendah sampai akhir penyimpanan. Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa kandungan vitamin C buah mangga yang matang lebih rendah dibandingkan dengan

buah mangga yang setengah matang kemudian akan berkurang setelah matang penuh (Muhammad *et al.*, 2014). Perubahan vitamin C yang tidak terlalu besar pada akhir penyimpanan dibandingkan dengan perlakuan lainnya dapat menunjukkan bahwa aktivitas fisiologi yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

### Waktu Matang Penuh dan Lama Peragaan

Selama peragaan, buah mangga mengalami proses pematangan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa lama penyimpanan dalam kontainer pendingin dan jenis perlakuan pendahuluan yang diaplikasikan menyebabkan terjadinya perbedaan waktu pematangan dan periode

peragaan. Umumnya, semakin singkat waktu penyimpanan dalam pendingin, lama peragaan buah semakin lama (Tabel 2).

Secara visual, buah menunjukkan pematangan setelah dikeluarkan dari kontainer berpendingin. Pematangan buah ditandai dengan terjadinya perubahan warna. Terlihat perbedaan perubahan warna untuk setiap perlakuan. Perlakuan perendaman air panas menunjukkan pembentukan warna jingga diikuti dengan kontrol, sedangkan perlakuan lainnya menunjukkan warna yang masih kekuningan. Pada buah dengan perlakuan

ekstrak lengkuas pembentukan warna kuning cenderung lebih pucat (Tabel 3).









Dikaitkan dengan PTT pada buah, pembentukan warna kuning-jingga yang lebih kuat pada buah mangga dengan perlakuan perendaman air panas menunjukkan nilai PTT yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal tersebut dapat mengindikasikan bahwa perlakuan perendaman air panas menunjukkan proses respirasi yang lebih cepat sehingga proses pematangan buah juga lebih cepat.

Tabel 2. Lama peragaan buah mangga pada suhu 18-22 °C

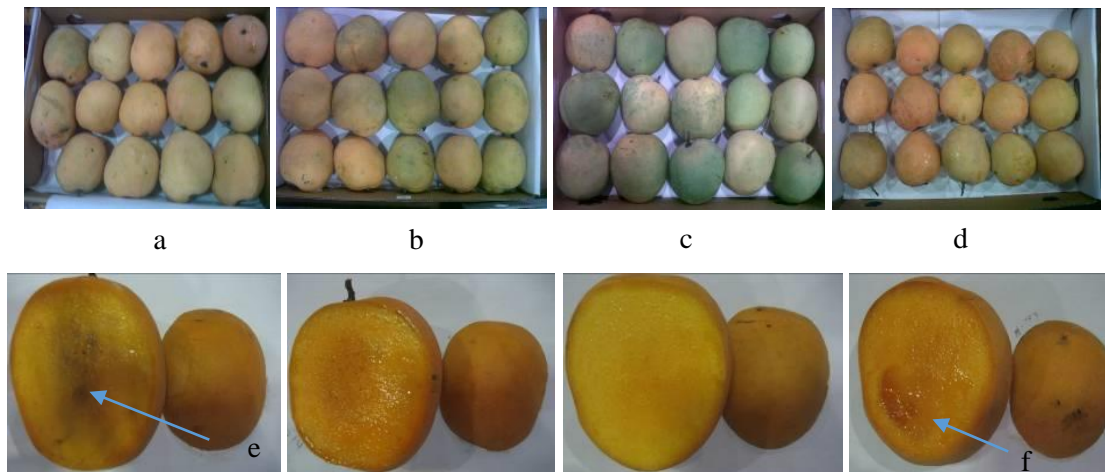
Perlakuan	Matang penuh (hari ke-)				Lama peragaan (hari)			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Perendaman air panas	6	4	2	2	7	7	5	3
Perendaman dalam ekstrak lengkuas	8	6	6	4	10	8	8	5
Pelilinan	7	4	4	3	10	8	8	3
Kontrol	8	4	3	2	10	7	5	2

Keterangan : P1 = pembukaan minggu ke-1; P2 = pembukaan minggu ke-2; P3 = pembukaan minggu ke-3; P4 = pembukaan minggu ke-4

Tabel 3. Penampakan buah pada awal pembukaan dan setelah dimatangkan (diperagakan)

Perlakuan	Awal	Setelah Dimatangkan
Perendaman air panas		
Perendaman dalam ekstrak lengkuas		
Pelilinan		
Kontrol		





Gambar 6. Profil kerusakan buah mangga cv. Gedong setelah penyimpanan dingin selama 28 hari pada perlakuan kontrol (a); pelilinan (b); perendaman dalam ekstrak lengkuas (c); dan perendaman air panas (d); gejala serangan mikroba dari bagian biji buah (e); *chilling injury* (f)

### Kerusakan Fisiologi Buah Mangga

Hasil penelitian juga menunjukkan terjadi kerusakan pada bagian daging buah setelah penyimpanan selama 28 hari. Pada penampakan luar, buah mangga tidak mengalami kerusakan setelah penyimpanan selama 28 hari, namun setelah buah dibelah, kerusakan terlihat pada bagian daging buah, terutama pada buah kontrol (tanpa perlakuan) dan perlakuan perendaman air panas. Pada buah mangga kontrol, kerusakan ditandai dengan adanya bagian daging buah yang berwarna kecoklatan dan hitam. Bagian hitam semakin gelap dengan semakin dekatnya daging buah dengan biji. Buah dengan perlakuan perendaman air panas tampak mengalami pembentukan daging berwarna bening dan lebih lunak (berair), sedangkan untuk perlakuan pelilinan dan ekstrak lengkuas daging buah hanya dibedakan oleh perbedaan warna.

Warna daging buah yang diberi perlakuan pelilinan nampak lebih tua (jingga), sedangkan warna daging buah dengan perlakuan perendaman dalam ekstrak lengkuas nampak lebih kuning dan cerah (Gambar 6). Panas pada perlakuan perendaman air panas dapat menyebabkan meningkatnya proses respirasi buah. Penyimpanan dingin yang dilakukan pada buah setelah mengalami proses pemanasan menyebabkan terjadinya *heat shock* pada buah akibat perubahan temperatur yaitu dari temperatur buah normal,

dipanaskan, kemudian didinginkan, sehingga mempengaruhi proses respirasi dan fisiologi lainnya. Kerusakan yang terjadi adalah *chilling injury* pada daging buah. Terbentuknya areal daging yang bening menunjukkan terjadinya perombakan jaringan dan pati pada daging buah. Hal ini terjadi pula pada penyimpanan dingin buah kiwi. Terbentuknya areal bening pada buah kiwi yang disimpan dingin disebabkan adanya proses lignifikasi atau terdegradasinya lignin pembentuk tekstur buah (Sua *et al.*, 2018).

### KESIMPULAN

Perlakuan pendahuluan pada buah mangga untuk menekan penyakit pascapanen mempengaruhi karakteristik buah setelah penyimpanan. Perlakuan pencelupan dalam ekstrak lengkuas menunjukkan hasil yang terbaik dalam meningkatkan umur simpan buah mangga cv. Gedong dan menjaga kualitas buah baik secara fisiologi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amulya P.R., K.P. Sudheer, E.J. Rifna, K.R. Sreesha, C. Nusaiba. 2016. Effect of edible wax coating and map on the quality of mango during storage. *Int. J. of Agricultural Science and Research*. 6: 13-18.



- Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan. 1994. Penuntun Budidaya Buah-buahan (Mangga). Departemen Pertanian. Jakarta.
- Ilmi N.K., R. Poerwanto, dan Sutrisno. 2015. Perlakuan air panas dan pengaturan suhu simpan untuk mempertahankan kualitas buah mangga (*Mangifera indica* L.) cv. Gedong. J. Hort. 25(1): 78-87.
- Khaliq G., M.T.M. Mohamed, P. Ding, H.M. Ghazali, A. Ali. 2016. Storage behaviour and quality responses of mango (*Mangifera indica* L.) fruit treated with chitosan and gum arabic coatings during cold storage conditions. International Food Research Journal 23(Suppl): S141-S148
- Klangmuang P., R. Sothornvit. 2018. Active coating from hydroxypropyl methylcellulose-based nanocomposite incorporated with Thai essential oils on mango (cv. *Namdokmai Sithong*). Food Bioscience. 23 : 9-15
- Muhammad I., S. Ashiru, I. Ibrahim D, A. I. Kanoma, I. Sani, S. Garba. 2014. Effect of ripening stage on vitamin C content in selected fruits. International Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries. 2(3): 60-65.
- Nambi V.E., K. Thangavelb, D.J. Manohar. 2015. Scientific classification of ripening period and development of colourgrade chart for Indian mangoes (*Mangifera indica* L.) using multivariate cluster analysis. Sci Hort 193:90–98.
- Nisha, G., S.K. Jain. 2012. Storage behavior of mango as affected by postharvest application of plant extracts and storage conditions. J. Food Sci Technol. 51(10): 2499–2507.
- Ntsoane M.L., M. Zude-Sassea, P. Mahajana, D. Sivakumar. 2019. Quality assesment and postharvest technology of mango: A review of its current status and future perspectives. Scientia Horticulturae 249: 77–85.
- Seid A, D. Tasew, B. Tsedaley. 2017. Effect of hot water treatment on development of anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) and quality of mango fruit at Jimma southwest Ethiopia. Archives of Phytopathology and Plant Protection. 50: 1-15. <https://doi.org/10.1080/03235408.2017.1311441>
- Suo J., H. Lia, Q. Ban, Y. Han, K. Meng, M. Jin, Z. Zhang, J. Rao. 2018. Characteristics of chilling injury-induced lignification in kiwifruit with different sensitivities to low temperatures. Postharvest Biology and Technology. 135: 8–18.
- Uddin Md.N., S.H.T. Shefat, M. Afroz, N.J. Moon. 2018. Management of anthracnose disease of mango caused by *Colletotrichum gloeosporioides*: A Review. Acta Scientific Agriculture 2(10): 169-177.
- Wang Y., Z. Luo, R. Du. 2015. Nitric oxide delays chlorophyll degradation and enhances antioxidant activity in banana fruits after cold storage. Journal of Plant Growth Regulation. 37:74.